

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-299064

(43)Date of publication of application : 22.10.1992

(51)Int.Cl.

H02M 3/155

G05F 1/10

H02M 3/28

(21)Application number : 03-064425

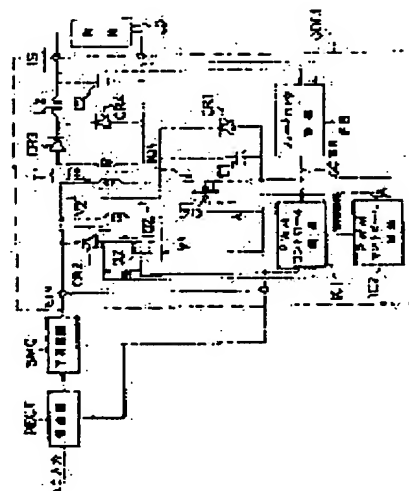
(71)Applicant : TOKIMEC INC

(22)Date of filing : 28.03.1991

(72)Inventor : KANEGAE TAKESHI
KIJIMA TORU**(54) DC/DC CONVERTER AND SWITCHING POWER SUPPLY****(57)Abstract:**

PURPOSE: To provide a DC/DC converter in which the loss of switching element is reduced and high frequency switching operation is realized.

CONSTITUTION: The DC/DC converter DDC 1 comprises a transformer T1, a switching element Q1, a capacitor C1, a choke coil L1, and a switching element Q2. The switching element Q2 sustains ON state for a predetermined time after turn OFF of the switching element Q1 to hold the energy of the choke coil L1 during that interval. Upon turn OFF of the switching element Q2, the choke coil L1 resonates with the capacitor C1 and brings the voltage across the capacitor C1 to zero upon elapse of a predetermined time. Zero voltage switching of the switching element Q1 is carried out in such a manner.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(2)

1

(2)

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】第1のスイッチング手段と、第1のインダクタンスとを有するDC/DCコンバータにおいて、第1のスイッチング手段に直列に接続される第2のインダクタンスと、第2のインダクタンスと直接または間接に、閉ループを形成する第2のスイッチング手段と、第2のスイッチング手段のON、OFFを制御する制御手段と、第2のインダクタンスと直列に接続され、第1のスイッチング手段とは並列に接続されるコンダクタンスとを有し、第1のスイッチング手段のゼロ電圧スイッチングを行なうことを特徴とするDC/DCコンバータ。

【請求項2】第1のスイッチング手段と、第1のインダクタンスとを有するDC/DCコンバータにおいて、第1のスイッチング手段に接続されて、第1のスイッチング手段がON中に、通電されることにより、エネルギーを蓄積する第2のインダクタンスと、第2のインダクタンスに接続されて、第1のスイッチング手段のOFF後の一定時刻まで、ON状態を継続して、第2のインダクタンスに、その有するエネルギーをその間保持させる第2のスイッチング手段と、第2のスイッチング手段のON、OFFを制御する制御手段と、第1のスイッチング手段と接続され、第2のスイッチング手段がOFF後、第2のインダクタンスと共振して、一定時間後に、両端電圧がゼロになるコンダクタンスとを有し、第1のスイッチング手段のゼロ電圧スイッチングを行なうことを特徴とするDC/DCコンバータ。

【請求項3】請求項1または2記載の第1のインダクタンスは、トランスであり、コンダクタンスは、コンデンサであることを特徴とするDC/DCコンバータ。

【請求項4】請求項1または2記載の第1のインダクタンスは、コイルであり、コンダクタンスは、コンデンサであることを特徴とするDC/DCコンバータ。

【請求項5】請求項1、2、3または4記載の第2のスイッチング手段のON時間及びOFF時間は、固定時間であることを特徴とするDC/DCコンバータ。

【請求項6】請求項1、2、3、4または5記載のDC/DCコンバータにおいて、パルス巾変調(PWM)された信号の出力手段を有し、第1のスイッチング手段は、上記信号を受け付ける入力手段を有し、第1のスイッチング手段のON時間及びOFF時間は、上記の出力手段により、制御されることを特徴とするDC/DCコンバータ。

【請求項7】請求項1、2、3、4、5または6記載のDC/DCコンバータを有することを特徴とするスイッチング電源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、DC/DCコンバータおよびスイッチング電源に関り、特にスイッチング周波数の高周波数化に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種のスイッチング電源としては、例えば図3に示すようなものがある。

【0003】図3は、フォワード形の一般的なスイッチング電源である。

【0004】本スイッチング電源は、整流器RECTと、平滑回路SMCと、フォワード形のDC/DCコンバータDDC2とを有し、AC入力を受けて、直流出力を負荷LDに供給する。

【0005】DC/DCコンバータDDC2は、トランスT1と、スイッチング素子Q1と、PWMコントロール回路IC1と、フィードバック回路FBと、スナバ回路SNBを構成するコンデンサC1、抵抗R1、ダイオードCR1と、ダイオードCR2と、整流ダイオードCR3と、LCフィルタを構成するチョークコイルL1およびコンデンサC2とを有する。

【0006】図3の動作説明を図2のタイミングチャートにより説明する。

【0007】今トランスT1の1次側(Q1接続)巻数と2次側(CR2接続)巻数の比を $n = (1\text{次側巻数}/2\text{次側巻数})$ とする。

【0008】スイッチング素子Q1をA信号(矩形波)によりON、OFF動作させる。Q1をONすることにより、トランスT1の一次側に電流I1が流れ、トランスT1の2次側に電圧が発生する。2次側電流は、ダイオードCR2とチョークコイルL1を流れ負荷LDに電流を流す。C2は平滑用コンデンサである。スイッチング素子Q1がOFFになると、2次側はダイオードCR2が非導通となり、チョークコイルL1に蓄積されたエネルギーがダイオードCR3→チョークコイルL1を流れ負荷LDに電流を流す。一次側のスイッチング素子Q1を流れる電流は0になる。ダイオードCR1、コンデンサC1、抵抗R1は、スナバ回路でV1の上限電圧をおさえている。この動作状態で、スイッチング素子Q1の損失は、スイッチング素子Q1のON時には、 $V1 = E_{IN}$ であり、また、このスイッチング素子Q1が完全にONするまでにはある遅れ時間がかかるために生じる。OFF時の電流I1については、 $I1 = I_S / n$ であり、完全にOFFになるまでにもある遅れ時間があるために損失が生じる。

【0009】したがって、この種のスイッチング電源においては、スイッチング素子がON、OFFする時点で非常に過大な損失が発生する。しかも、この損失はON、OFFのたびに生じるので、ON、OFFの繰返しの回数すなわち、周波数に比列する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来のスイッチング電源にあっては、スイッチング素子のON、OFF時点のスイッチング素子による損失が周波数に比列するため、周波数を高くして、トランスを小さくし、

小型化を図るのに限界がある。

【0011】なお、この種の従来のスイッチング電源のスイッチング素子の損失を低減する方法としてON、OFF時点に電圧を0V、または電流を0Aにして損失を低減する電圧共振形、と電源共振形が発表されている。この従来の方式のコントロールは、周波数を可変にして、出力電圧を一定値にする方法である。周波数を可変にする方式は、系の安定性を、周波数の全可変範囲で達成する必要があるため、コントロールが困難である。また、周波数の全可変範囲でのEMI対策が必要である。

【0012】本発明の目的は、スイッチング素子の損失を低減して、スイッチング動作の高周波数化を図ったDC/DCコンバータを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、第1のスイッチング手段と、第1のインダクタンスとを有するDC/DCコンバータにおいて、第1のスイッチング手段に直列に接続される第2のインダクタンスと、第2のインダクタンスと直接または間接に、閉ループを形成する第2のスイッチング手段と、第2のスイッチング手段のON、OFFを制御する制御手段と、第2のインダクタンスと直列に接続され、第1のスイッチング手段とは並列に接続されるコンダクタンスとを有することとしたものである。

【0014】

【作用】第2のインダクタンスは、第1のスイッチング手段がON時に通電されることにより、エネルギーを蓄積する。

【0015】第2のスイッチング手段は、第1のスイッチング手段がOFF後、一定時刻まで、上記の制御手段により制御されて、ON状態を継続し、第2のインダクタンスの有するエネルギーをその間保持する。

【0016】第2のスイッチング手段がOFF後、第2のインダクタンスと上記のコンダクタンスとは共振して、一定時間後にコンダクタンスの両端電圧をゼロにす*

＊る。

【0017】こうして、第1のスイッチング手段のゼロ電圧スイッチングを行なうことができる。

【0018】

【実施例】本実施例は、スイッチング手段であるスイッチング素子のコントロール方式としては、PWM方式を使い、インダクタンスLとコンデンサCとの共振動作を利用し、スイッチング素子がON、OFFする時点のこのスイッチング素子の両端電圧を0Vにして損失を低減させる方法である。

【0019】その手段としては、従来のPWM方式（固定周期時間、可変ON時間）の回路に、直列共振のインダクタンスLとコンデンサCを追加し、さらに前記周期と同期した固定ON時間（すなわち、固定OFF時間）で動作するスイッチング素子を前記共振のインダクタンスLと並列に追加する。

【0020】基本動作は、可変ON時間の間に共振のインダクタンスLにエネルギーを蓄積する。可変ON時間が過ぎて、OFFになった後は、固定ON時間の間ONである追加のスイッチング素子が導通し、共振のインダクタンスLのエネルギーを固定ON時間の間、保持させる。固定ON時間がおわって、固定OFF時間になると、追加のスイッチング素子がOFFとなり、共振のインダクタンスLとコンデンサCが共振する。また共振時は、固定時間（固定OFF時間）であるから、この共振作用により、共振時間も一定値に設定し、可変ON時間がスタート時に、PWM方式のスイッチング素子の両端電圧を0Vにさせることができる。すなわち、入力電圧変化や出力負荷の変動に対して出力電圧を一定値にするため可変ON時間が変化した場合、インダクタンスLへの蓄積エネルギー量も変わり、コンデンサCの電圧は変わるが、共振時間Tは、下式で与えられるように、は一定である。

【0021】

【数1】

$$T = 1 / f = 2 \pi \cdot \sqrt{LC} \quad (\text{数1})$$

【0022】したがって、固定ON時間の作用により、PWMの可変ON時間変化に関係なく、PWMコントロール方式のZERO電圧スイッチングが実現できる。

以下、本発明を図面に基づいて説明する。

【0023】図1は、本発明の一実施例を示す図である。

【0024】本スイッチング電源は、整流器RECTと、平滑回路SMCと、フォワード形のDC/DCコンバータDDC1とを有し、AC入力を受けて、直流出力を負荷LDに供給する。

【0025】DC/DCコンバータDDC1は、第1のインダクタンスであるトランスT1と、第1のスイッチ

ング手段であるスイッチング素子Q1と、ダイオードCR2と、第2のインダクタンスであるチョークコイルL1と、第2のスイッチング手段であるスイッチング素子Q2と、コンダクタンスであるコンデンサC1と、ダイオードCR1と、制御手段であるPWMコントロール回路IC1と、パルス巾変調された信号の出力手段であるPWMコントロール回路IC2と、フィードバック回路FBと、ダイオードCR3と、ダイオードCR4と、LCフィルタを構成するチョークコイルL2およびコンデンサC2とを有する。

【0026】PWMコントロール回路IC2からは、周期が一定（T）の矩形波で、スイッチング素子Q1のO

5

(4)

(4)

N時間が可変であるスイッチング素子Q1を駆動する信号(A)が出力される。

【0027】スイッチング素子Q1は、PWMコントロール回路IC2の信号を受け付ける入力手段である入力端子Gを有する。

【0028】PWMコントロール回路IC1からは、周期が一定(T)の矩形波で、ON時間が固定である、スイッチング素子Q2を駆動する信号(B)が出力される。

【0029】EINは入力DC電圧、Aは、矩形波信号、Bは、矩形波信号、Q1はスイッチング素子(FET)、Q2はスイッチング素子(FET)、C1は、Q1のストレージ容量も含めたコンデンサ、C2は平滑用コンデンサ、L2は平滑用チョークコイル、T1はスイッチングトランスである。

【0030】次に、上記の実施例の作用を説明する。

【0031】動作説明を図1と図4により行なう。

【0032】(1) t0~t1間の動作

スイッチング素子Q1がON状態、スイッチング素子Q2がON状態(スイッチング素子Q2は、図4では、t0でON状態になっているが、これに限るものではなく、t0~t1間でON状態にすればよい)であり、ダイオードCR2が、逆方向のため、スイッチング素子Q2が非導通である。

【0033】したがって、 $V1=0V$ 、 $V2=EIN$ 、 $I1=(EIN/L1) \cdot t + I(t0)$

$I2=Is/n$

となる。ここで、Isは負荷を流れる電流であり、また、 $I(t0)$ は、t0時のI1の電流である。

(2) t1~t2間の動作 (V1がEINに達した時間をt2とした)

スイッチング素子Q1はOFF状態、スイッチング素子Q2はON状態ではあるがt0~t1と同じく非導通である。チョークコイルL1とコンデンサC1の共振によりV1はt2でEINまで上昇する。I1は増加、I2はほぼ一定値となる。I1とI2はC1に流れこむため、V1は、急に上昇することはない。

【0034】(3) t2~t3間の動作

スイッチング素子Q1はOFF状態、スイッチング素子Q2はON状態のまま、非導通から導通に変わる。

【0035】これは、ダイオードCR2の両端の電圧が0になり、ダイオードCR2が導通になるためである。 $V1=EIN$ であるから $V2=0V$ となる。

【0036】したがって、I1は、チョークコイルL1の電流保持作用により、t2時の電流値I1pを保持している。

【0037】I2は、ほぼ0Aであり、I1はスイッチング素子Q2ダイオードCR2を通りチョークコイルL1にもどる。

【0038】(4) t3~t4間の動作

6

この時は、スイッチング素子Q1、スイッチング素子Q2、共にOFF状態である。チョークコイルL1とコンデンサC1の共振により、V1は上昇する。t4時は、チョークコイルL1に蓄積されたエネルギー $(1/2) \cdot L1 \cdot (I1p)^2$ がすべて、コンデンサC1に移行し、 $I1=0$ となった時点である。この時I1は、コンデンサC1に流れこむ。

【0039】(5) t4~t5間の動作 (V1がEINに達した時をt6とした)

この時、スイッチング素子Q1、スイッチング素子Q2、共にOFF状態である。

【0040】コンデンサC1に蓄積されたエネルギーがチョークコイルL1を通り、入力電源EINにもどる。t5時は、コンデンサC1に蓄積されたエネルギー $(1/2) \cdot C1 \cdot (V1p)^2$ の内、 $(1/2) \cdot C1 \cdot (V1p^2 - EIN^2)$ がチョークコイルL1に移行する。

【0041】(6) t5~t6間の動作

スイッチング素子Q1、スイッチング素子Q2、共にOFF状態である。

【0042】 $V1 < EIN$ となり、トランスT1の2次側ダイオードCR3が導通状態となり、I1は、チョークコイルL1、トランスT1の一次側を流れる。一部はコンデンサC1からチョークコイルL1を通り入力電源EINに流れる。

【0043】ゼロ電圧スイッチングの条件を実現するためには、t6時において、I2がすべて、I1に流れて、コンデンサC1の電圧が上昇するの防げば良い。そのために、t6時の $I1=I1PN$ を $|I1PN| \geq Is/n$ になるようにチョークコイルL1とコンデンサC1の定数を設定してあるため、t6時のV1は0Vである。ダイオードCR1、チョークコイルL1入力電源EINの順で電流が流れている。

【0044】以後は、同じ繰り返しを行なう。t6がt0に相当する。

【0045】入力電圧変化、及び負荷変動に対しては、t0~t1時間(スイッチング素子Q1がONの時)が可変し、出力電圧を一定値にする。

【0046】またt0~t3およびt3~t6時間は固定時間であるため、チョークコイルL1とコンデンサC1の共振により決まる時間は、t0~t1時間が変化しても固定時間が維持できる。

【0047】以上の説明により、スイッチング素子Q1のON時t0(=t6)、およびOFF時t1には、 $V1=0V$ である。

【0048】またスイッチング素子Q2がON時(t0~t1の間でON状態)には、 $V1=0V$ 、 $V2=EIN$ であるが、ダイオードCR2があるためスイッチング素子Q2を流れる電流は0Aである。

【0049】また、スイッチング素子Q2がOFF時は、チョークコイルL1、ダイオードCR2の働きにより、 $V2=0V$ である。

【0050】したがって、スイッチング素子Q1、スイッチング素子Q2は共に、ON、OFFする時点での損失に

関して、ほぼ0Wとなる。

【0051】なお、本方式においては $|I_{lp}| > I_s/n$ の条件が必要であるが、2次側ダイオードCR4と直列にインダクタンスを挿入する事により、t5~t6時のチョークコイルL1のエネルギーがトランスT1に移行することを押えて、V1のピーク値V1pを小さくできる。

【0052】これを実施した例を、図7に示す。

【0053】図7にはトランスT1の2次側のみを示す。L7が追加のチョークコイルである。この時の電流I2を図8に示す。

【0054】図5、6には、他の実施例を示す。

【0055】第2の実施例の回路を図5に示す。

【0056】スイッチング信号A; Bは図4と同じである。

【0057】V1も図4と同じである。V2は、スイッチング素子Q1がON時にチョークコイルL1とコンデンサC3の共振回路によって決定され、図9のt1~t2及びt3~t4時間は、チョークコイルL1とコンデンサC=(C1・C3)/(C1+C3)の共振回路によって決定される。

【0058】本スイッチング電源は、整流器RECTと、平滑回路SMCと、フォワード形のDC/DCコンバータDDC3とを有し、AC入力を受けて、直流出力を負荷LDに供給する。

【0059】DC/DCコンバータDDC3は、第1のインダクタンスであるトランスT1と、第1のスイッチング手段であるスイッチング素子Q1と、ダイオードCR2と、第2のインダクタンスであるチョークコイルL1と、第2のスイッチング手段であるスイッチング素子Q2と、コンダクタンスであるコンデンサC1、C3と、ダイオードCR1と、制御手段であるPWMコントロール回路IC1と、パルス巾変調された信号の出力手段であるPWMコントロール回路IC1と、フィードバック回路FBと、ダイオードCR3と、ダイオードCR4と、LCフィルタを構成するチョークコイルL2およびコンデンサC2とを有する。

【0060】PWMコントロール回路IC2からは、周期が一定(T)の矩形波で、ON時間が可変である、スイッチング素子Q1を駆動する信号(A)が出力される。スイッチング素子Q1は、PWMコントロール回路IC2の信号を受け付ける入力手段である入力端子Gを有する。

【0061】PWMコントロール回路IC1からは、周期が一定(T)の矩形波で、ON時間が固定である、スイッチング素子Q2を駆動する信号(B)が出力される。EINは入力DC電圧、Aは、矩形波信号、Bは、矩形波信号、Q1はスイッチング素子(FET)、Q2はスイッチング素子(FET)、C1は、Q1のストレージ容量も含めたコンデンサ、C2は平滑用コンデンサ、L2は平滑用チョークコイル、T1はスイッチングトランスである。

【0062】t4~t6時間はチョークコイルL1とコンデン

サC3の共振となる回路によって決定される。動作説明を図5と図9により行う。

【0063】(1) t0~t1間の動作

t0時点でのチョークコイルL1の電流は、入力電源EIN側に流れているので、 $I1 \leq 0$ である。

【0064】 $I1 < 0$ の状態は、チョークコイルL1に蓄積されているエネルギーが入力電源側に帰還している状態である。この状態はt0~t1'間、続く。

【0065】 $I1 = 0$ でV2は負の最大電圧になる。この10 時がt1'である。

【0066】 $I1 > 0$ になった時から電源側からエネルギーがチョークコイルL1、コンデンサC3に供給される。そして、V2電圧は、増加していく。この状態は、t1'~t1間、続く。もちろん、V1はt0~t1では0Vである。

【0067】(2) t1~t2間の動作(スイッチング素子Q1がOFFの状態)

t1'~t1間で流れていた電流I1がスイッチング素子Q1がOFF状態になるため、コンデンサC1に流れ、コンデンサC1の電圧V1が上昇していく。t2時点のV110 については、 $V1 = EIN$ である。

【0068】t1~t2間も入力電源側からエネルギーが供給されている。

【0069】(3) t2~t3間の動作

スイッチング素子Q1はOFF状態、スイッチング素子Q2はON状態であるから、I1はチョークコイルL1やコンデンサC3→スイッチング素子Q1→ダイオードCR2を流れる。

【0070】t2~t3間では、入力電源側EINからは、30 エネルギーは供給されず、チョークコイルL1に蓄積されているエネルギーが流れる。

【0071】V1は、スイッチング素子Q2が導通状態であるから、EINの電圧そのものである。

【0072】(4) t3~t4間の動作

スイッチング素子Q1、Q2、共にOFF状態である。

【0073】t3時点でスイッチング素子Q2もOFF状態になるから、チョークコイルL1の蓄積エネルギーによりI1はチョークコイルL1→コンデンサC3→コンデンサC1→EINに流れる。

【0074】t4時点でチョークコイルL1の蓄積エネルギーは0になる。

【0075】この時 $I1 = 0$ A、V2は正電圧最大値となる。

【0076】V1も正の最大電圧値となる。

【0077】(5) t4~t5間の動作

スイッチング素子Q1、スイッチング素子Q2共にOFF状態である。

【0078】コンデンサC3、コンデンサC1に蓄積された、エネルギーがチョークコイルL1を通して入力電源側に帰還される。50

9

(6)

(6)

【0079】I1は負(入力電源に供給)方向となる。

【0080】V1、V2共に減少していく。

【0081】t5時点がコンデンサC3、C1からの入力電源側への電流I1が0の時点である。I1は負の最大値である。

【0082】(6) t5~t6間の動作

チョークコイルL1は、逆方向の蓄積エネルギー(1/2)・L1・I1²を入力電源側に供給する。I1は負の最大値から減少していく。t6時点でもI1≤0でV1=0Vになる条件にチョークコイルL1、コンデンサC3、コンデンサC1を設定してある。

【0083】t6時点でV1=0Vであるから、スイッチング素子Q1がON(t6時点)の時ZERO電圧スイッチが実現できる。

【0084】ここでt0~t1、t2~t3、t4~t6間はチョークコイルL1とコンデンサC3の共振動作が行なわれる。

【0085】t1~t2とt3~t4間はチョークコイルL1と(C1×C3)/(C1+C3)の共振動作が行なわれる。

【0086】V2電圧は、共振動作により正、負の電圧が発生するため、二次側は、ダイオードCR3とダイオードCR4で両波整流で平滑した直流電圧を出力できる。

【0087】また、t0~t3=t3~t6=T/2にする事により、V2はほぼ正弦波となる。したがってトランスT1の2次側は、両波整流が可能である。

【0088】第3の実施例を図6に示す。

【0089】図6は、トランスを使用しない回路である。図6は、図5のトランスT1の機能をチョークコイルL3でおきかえた応用例であり、一次側動作波形は、図6と同じである。

【0090】本スイッチング電源は、整流器RECTと、平滑回路SMCと、フォワード形のDC/DCコンバータDDC4とを有し、AC入力を受けて、直流出力を負荷LDに供給する。

【0091】DC/DCコンバータDDC4は、第1のインダクタンスであるチョークコイルL3と、第1のスイッチング手段であるスイッチング素子Q1と、ダイオードCR2と、第2のインダクタンスであるチョークコイルL1と、第2のスイッチング手段であるスイッチング素子Q2と、コンダクタンスであるコンデンサC1、C3と、ダイオードCR1と、制御手段であるPWMコントロール回路IC1と、パルス巾変調された信号の出力手段であるIC2と、フィードバック回路FBと、ダイオードCR3、CR4、CR5、CR6と、LCフィルタを構成するチョークコイルL2およびコンデンサC2とを有する。

【0092】PWMコントロール回路IC2からは、周期が一定(T)の矩形波で、ON時間が可変である、スイッチング素子Q1を駆動する信号(A)が出力される。

10

スイッチング素子Q1は、PWMコントロール回路IC2の信号を受け付ける入力手段である入力端子Gを有する。

【0093】PWMコントロール回路IC1からは、周期が一定(T)の矩形波で、ON時間が固定である、スイッチング素子Q2を駆動する信号(B)が出力される。EINは入力DC電圧、Aは、矩形波信号、Bは、矩形波信号、Q1はスイッチング素子(FET)、Q2はスイッチング素子(FET)、C1は、Q1のストレージ容量も含めたコンデンサ、C2は平滑用コンデンサ、L2は平滑用チョークコイルである。

【0094】チョークコイルL3>チョークコイルL1で、チョークコイルL3はコンデンサC3両端電圧の平均値を0にする動作のやくめをする。CR3~CR6は両波整流用ダイオードである。基本動作は、図5の動作と同じである。

【0095】以上説明してきたように、本発明によれば、以下に列挙する効果が得られる。

【0096】スイッチング素子の損失が低減できるため、高周波数化により、小型化が可能である。

【0097】コントロール方式が従来のPWM方式を使用しているため、コントロールが簡単である。

【0098】N1チョークコイルとコンデンサを用いた共振回路を利用しているため、スイッチングノイズが低減できる。

【0099】

【効果】本発明によれば、スイッチング素子の損失を低減して、スイッチングの動作の高周波数化を図ったDC/DCコンバータを提供出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例であるスイッチング電源のブロック図。

【図2】従来技術に係るスイッチング電源(フォワード形電源)の動作タイミング図。

【図3】従来技術に係るスイッチング電源のブロック図。

【図4】本発明の第2の実施例のスイッチング電源の動作タイミング図。

【図5】本発明の第2の実施例であるスイッチング電源のブロック図。

【図6】本発明の第3の実施例であるスイッチング電源のブロック図。

【図7】本発明の第1の実施例に、チョークコイルL7を添加したブロック図。

【図8】図7の回路のI2を示すグラフ。

【図9】本発明の第2の実施例のスイッチング電源の動作タイミング図。

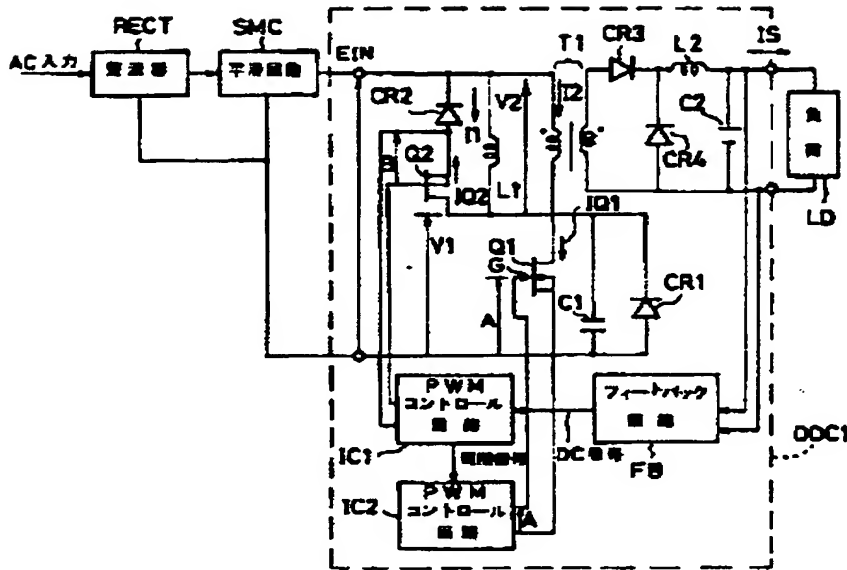
【符号の説明】

RECT…整流器、SMC…平滑回路、DDC2…DC/DCコンバータ、LD…負荷、T1…トランス、Q1…ス

イッチング素子、C1…コンデンサ、CR1…ダイオード。

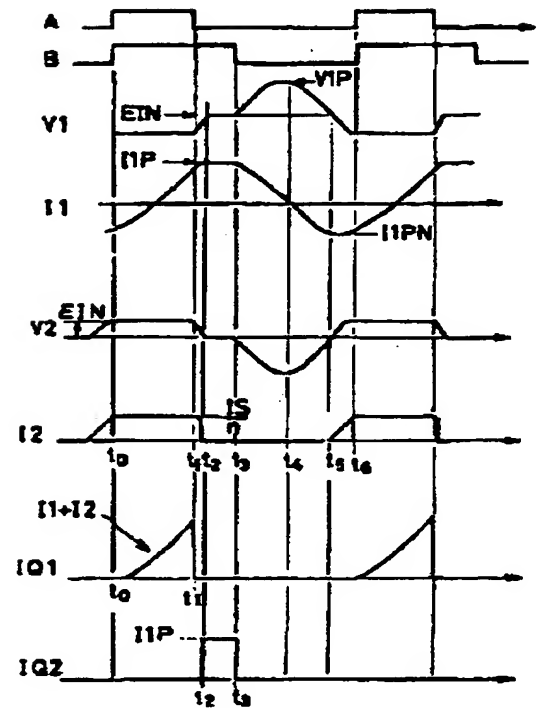
【図1】

図 1



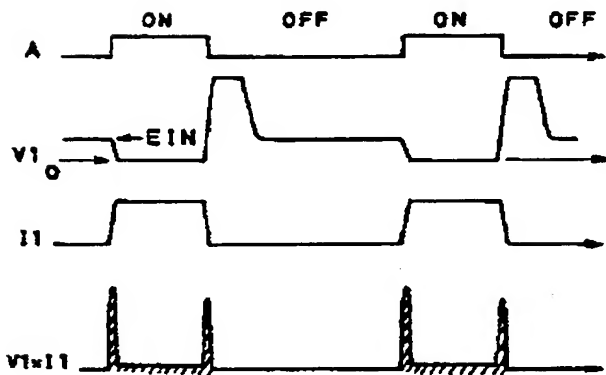
【図4】

図 4



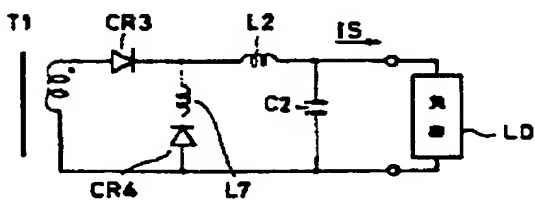
【図2】

図 2



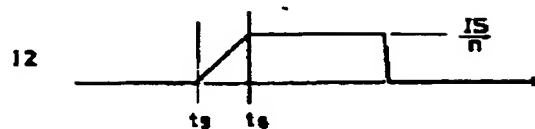
【図7】

図 7



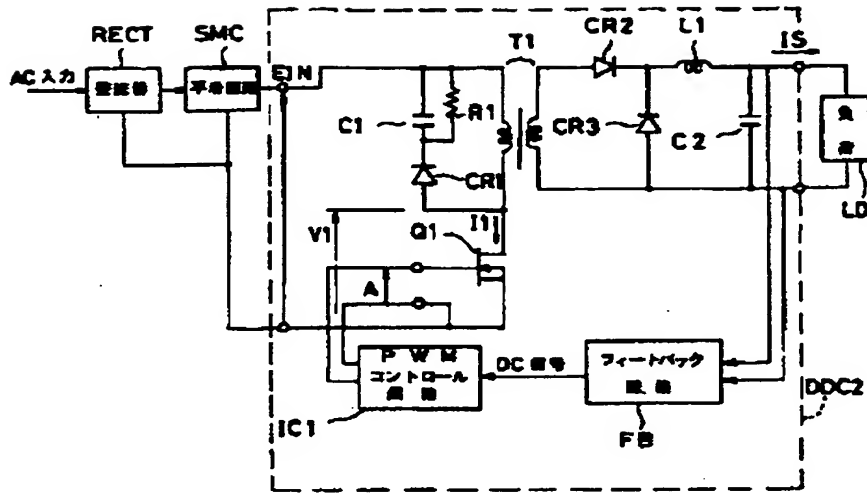
【図8】

図 8



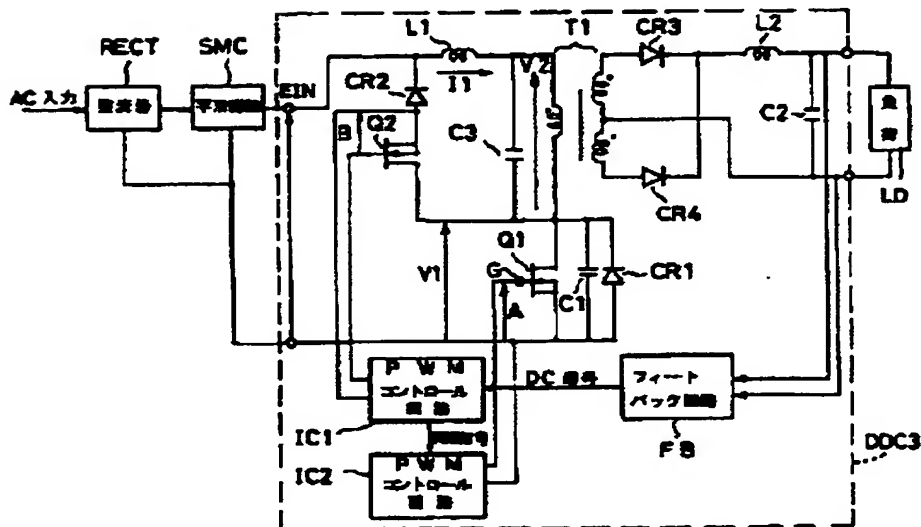
【図3】

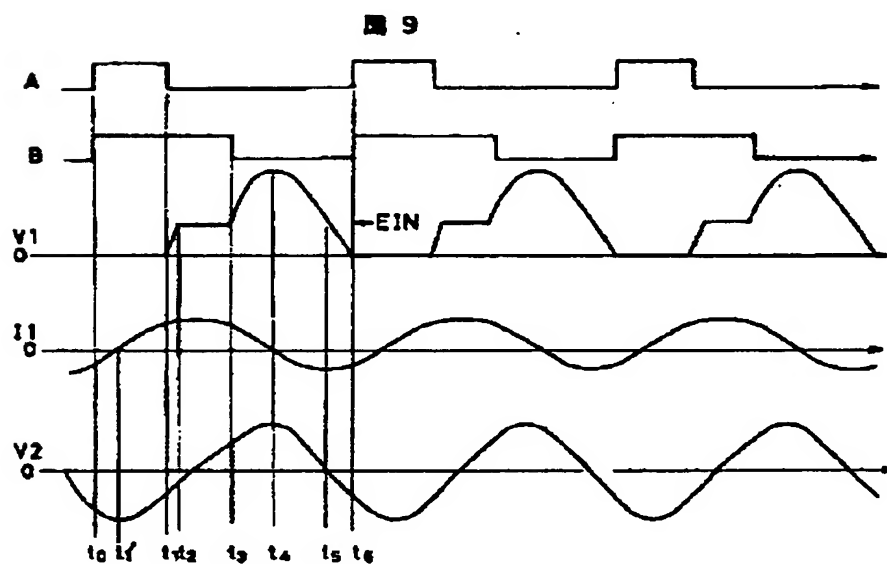
図 3



【図5】

図 5





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.